

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

No. 3

(11)Publication number : 2001-199795

(43)Date of publication of application : 24.07.2001

(51)Int.Cl.

C30B 29/06  
C30B 15/04  
H01L 21/208

(21)Application number : 2000-008965

(71)Applicant : TOSHIBA CERAMICS CO LTD

(22)Date of filing : 18.01.2000

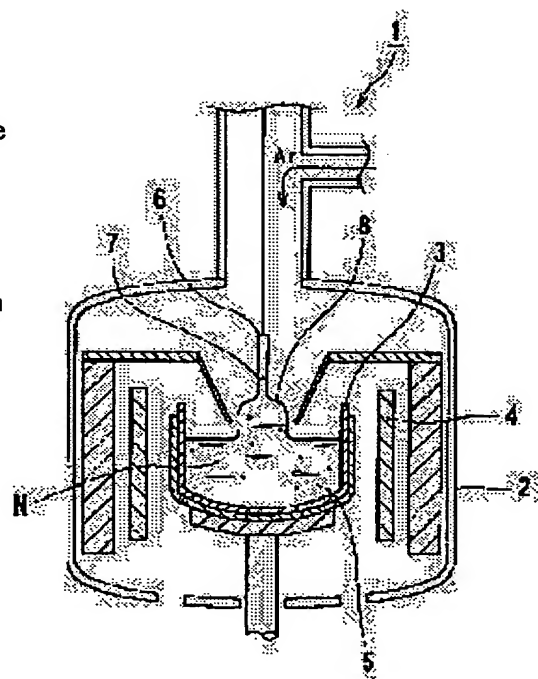
(72)Inventor : KUBOTA OSAMU

## (54) METHOD FOR PRODUCING SILICON SINGLE CRYSTAL INGOT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for producing a silicon single crystal ingot, capable of solving unevenness of BMD density on a wafer surface caused by an OSF ring in pulling out the silicon single crystal ingot doped with nitrogen by CZ method.

**SOLUTION:** This silicon single crystal ingot is characterized by pulling it out using Czochralski method from a molten silicon liquid 7 obtained by doping nitrogen N to a polysilicon, having  $1 \times 10^{13}$ – $1.2 \times 10^{15}$  atoms/cm<sup>3</sup> nitrogen concentration and setting  $\leq 200$  min passing time through 1,100–700° C temperature zone for solving the unevenness of the BMD density on the wafer surface caused by the OSF ring.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.09.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-199795

(P2001-199795A)

(43)公開日 平成13年7月24日 (2001.7.24)

(51)IntCl. <sup>1</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
C 3 0 B 29/06	5 0 2	C 3 0 B 29/06	5 0 2 H 4 G 0 7 7
15/04		15/04	5 F 0 5 3
H 0 1 L 21/208		H 0 1 L 21/208	P

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 4 頁)

(21)出願番号 特願2000-8965(P2000-8965)

(22)出願日 平成12年1月18日(2000.1.18)

(71)出願人 000221122

東芝セラミックス株式会社

東京都新宿区西新宿七丁目5番25号

(72)発明者 久保田 治

新潟県北蒲原郡聖籠町東港六丁目861番地

5 新潟東芝セラミックス株式会社内

(74)代理人 100078765

弁理士 波多野 久 (外1名)

Fターム(参考) 4G077 AA02 AB01 BA04 CF10 EH09

PA06 PA10

5F053 AA13 AA23 BB04 BB13 DD01

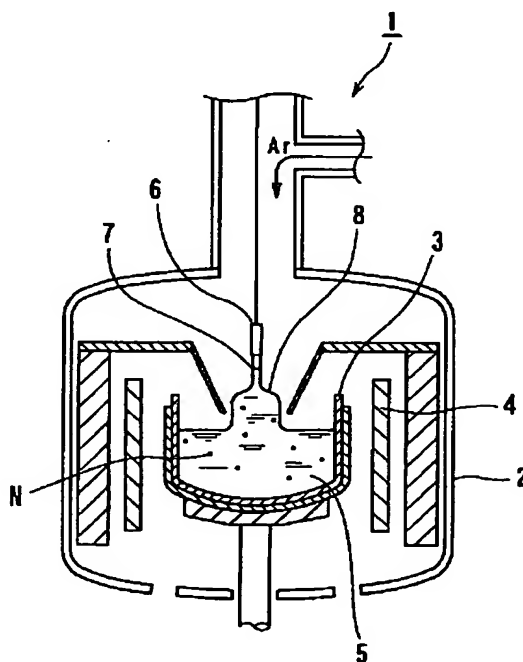
FF04 GG01 KK10 RR03

(54)【発明の名称】 シリコン単結晶インゴットの製造方法

(57)【要約】

【課題】CZ法により窒素をドーピングしたシリコン単結晶インゴットの引上げにおいて、OSFリングに起因するBMD密度のウェーハ面内における不均一性を解消するシリコン単結晶インゴットの製造方法を提供する。

【解決手段】ポリシリコンに窒素をドーピングしたシリコン融液からチョクラスキー法を用いて引上げられ、その結晶中の窒素濃度は $1 \times 10^{18} \sim 1.2 \times 10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup>であり、結晶育成中に結晶が体験する $1100 \sim 700^\circ\text{C}$ の温度領域の通過時間を200分以下となるようにし、OSFリングに起因するBMD密度のウェーハ面内における不均一性を解消することを特徴とするシリコン単結晶インゴットの製造方法。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ポリシリコンに窒素をドーピングしたシリコン融液からチョクラスキー法を用いて引上げられ、その結晶中の窒素濃度は $1 \times 10^{15} \sim 1.2 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$ であり、結晶育成中に結晶が体験する $1100 \sim 700^\circ\text{C}$ の温度領域の通過時間を200分以下となるようにし、OSFリングに起因するBMD密度のウェーハ面内における不均一性を解消することを特徴とするシリコン単結晶インゴットの製造方法。

【請求項2】 上記結晶中の窒素濃度は $0.7 \times 10^{15} \sim 1.2 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$ であることを特徴とする請求項1に記載のシリコン単結晶インゴットの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はシリコン単結晶インゴットの製造方法に係わり、特に窒素ドーピングシリコン単結晶インゴットのOSFリングに起因するBMD密度のウェーハ面内における不均一性を解消するシリコン単結晶インゴットの製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体デバイスに用いられるシリコンウェーハは、主としてポリシリコンからCZ法により引上げられた単結晶インゴットをスライスして製造される。

【0003】CZ法は、石英ルツボ内に供給された原料のポリシリコンを加熱溶融し、このシリコン融液に種結晶の先端を接触させ、なじませた後、シリコン単結晶インゴットを育成し引上げるものである。

【0004】このようにして製造されたシリコンウェーハに、このシリコンウェーハの結晶表面に存在する重金属などの不純物をゲッタリングするために、BMD (Bulk Micro Defect: 酸素析出物) を利用したIG法 (Intrinsic Gettering) が用いられている。

【0005】近年、半導体デバイスの高密度化が進んでおり、これに伴ってシリコン単結晶インゴットにも低酸素化が要求されている。一方、このシリコン単結晶インゴットから製造されるシリコンウェーハ中のBMDはIG法のために不可欠のものであるが、低酸素化のためにBMDが低減している。

【0006】そこで、ポリシリコン融液中に窒素をドーピングして、シリコンウェーハの結晶中に酸素の析出を促進させることが行われているが、窒素ドーピングは同時に、このようにして製造されたシリコンウェーハが熱酸化処理を受けたときに、OSF (Oxidation induced Stacking Fault: 酸化誘起積層欠陥) リングと呼ばれるリング状の酸化誘起積層欠陥を生じ易くする。このOSFリングは結晶育成中の熱履歴に強く依存してリング径が変化し、冷却速度を速くすることでOSFリング径が大きくなり、また、

冷却速度を遅くすることでOSFリング径が小さくなる。

【0007】さらに冷却速度を十分速くすることでウェーハ作成面より外側にOSFリングを排除することができ、また、十分に冷却速度を遅くすることでOSFリングを消滅させることができる。さらに、OSFリングはドーパントとその濃度にも影響を受け、窒素をある濃度以上ドーピングした場合にOSFリングが発生しやすくなる。

10 【0008】結晶育成中での冷却過程において、シリコン融液に窒素をドーピングすることで、OSFのもとになるOSF核が結晶育成中に形成される温度領域が拡大され、この温度領域を結晶が通過すると、この体験時間が長くなることからOSF核が形成されやすくなる。

【0009】このためOSFリングをウェーハ作成面より外周側に排除しようとした場合、窒素をドーピングしないときに比べて、さらに冷却速度を速めなければならない。このことは窒素のドーピング濃度に依存し、結晶中の窒素濃度が $1.2 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ 以上で顕著に現れる。

20 【0010】また、このOSFリング近傍には、BMD密度が著しく低くなる範囲が存在し、BMD密度が著しく低く、ウェーハ面内におけるBMD密度が不均一となり、この不均一部分では、他の部分に比べてゲッタリング能力が不足し、所定のゲッタリング能力が得られず、酸化膜耐圧を低下させ、半導体デバイスの歩留を低下させていた。

【0011】特開平5-294780号公報には、ポリシリコン融液中に窒素をドーピングする方法が行われているが、窒素ドーピングによりセコエッチビットの発生を効果的に抑制することができるが、OSFリングに起因するBMD密度のウェーハ面内における不均一性を解消するものではない。

30 【0012】さらに、特開平11-116391号公報には、低速引上げにより育成されるシリコン単結晶が結晶成長時に、 $1150 \sim 1080^\circ\text{C}$ の温度域を通過する時間を20分以下にし、グローイン欠陥の密度とサイズを同時に低減し、酸化耐圧特性良品率に優れたシリコン単結晶の製造方法に関するものであるが、窒素ドーピングされたシリコン単結晶においてOSFリングに起因するBMD密度のウェーハ面内における不均一性を解消するものではない。

## 【0013】

【発明が解決しようとする課題】そこで、CZ法により窒素をドーピングしたシリコン単結晶インゴットの引上げにおいて、OSFリングに起因するBMD密度のウェーハ面内における不均一性を解消するシリコン単結晶インゴットの製造方法が要望されている。

40 【0014】本発明は上述した事情を考慮してなされたもので、CZ法により窒素をドーピングしたシリコン単

結晶インゴットの引上げにおいて、OSFリングに起因するBMD密度のウェーハ面内における不均一性を解消するシリコン単結晶インゴットの製造方法を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためになされた本願請求項1の発明は、ポリシリコンに窒素をドーピングしたシリコン融液からチョクラスキー法を用いて引上げられ、その結晶中の窒素濃度は $1 \times 10^{15} \sim 1.2 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ であり、結晶育成中に結晶が体験する $1100 \sim 700^\circ\text{C}$ の温度領域の通過時間を200分以下となるようにし、OSFリングに起因するBMD密度のウェーハ面内における不均一性を解消することを特徴とするシリコン単結晶インゴットの製造方法であることを要旨としている。

【0016】本願請求項2の発明では、上記結晶中の酸素濃度は $0.7 \times 10^{18} \sim 1.2 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ であることを特徴とする請求項1に記載のシリコン単結晶インゴットの製造方法であることを要旨としている。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係わるシリコン単結晶インゴットの製造方法の実施の形態を添付図面を参照して説明する。

【0018】図1に示すように、本発明に係わるシリコン単結晶インゴットの製造方法に用いられるCZ法は、単結晶引上装置1のチャンバ2内に設置した石英ガラススルツボ3に原料であるポリシリコンを充填し、さらに、窒素Nをドーピングするためのドーバントとして、育成中の窒素濃度が $1 \times 10^{15} \sim 1.2 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ になるように窒化珪素を所定量入れ、さらに酸素濃度が所定濃度、例えば、酸素濃度は $0.7 \times 10^{18} \sim 1.2 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ になるように調整し、石英ガラススルツボ3の外周に設けたヒータ4によってポリシリコンを加熱溶解し、しかる後、この窒素がドーピングされたシリコン融液5にシードチャック6に取付けた種結晶7を浸漬し、シードチャック7および石英ガラススルツボ4を同方向または逆方向に所定の回転数で回転させながらシードチャック7を引上げてシリコン単結晶インゴット8を成長させ、所定の引上げ速度で引上げることにより行われる。さらに、この育成工程において、育成中の結晶が体験する $1100 \sim 700$

$^\circ\text{C}$ の温度領域を通過する時間を200分以下にする。

【0019】なお、上記のような所定の範囲に酸素濃度を調整する方法は、一般に用いられている方法、例えば、ルツボ回転数の制御、雰囲気圧力の制御、導入ガス流量の制御、シリコン融液の温度分布、対流の調整の諸手段を講じることによって、容易に行うことが可能である。このように、酸素濃度を $0.7 \times 10^{18} \sim 1.2 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ に調整することにより、結晶欠陥の成長を抑制することができるとともに、表面層でのBMDの形成を防止することもでき、また、バルク部では、窒素の存在により酸素析出が促進されるので、低酸素濃度にしても均一かつ十分にBMDを析出させることができ、さらにOSFの形成も抑制できる。

【0020】上記のように育成中の窒素濃度を $1 \times 10^{15} \sim 1.2 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ になるようにし、酸素濃度を所定濃度、好ましくは $0.7 \times 10^{18} \sim 1.2 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ に調整し、さらに、育成中の結晶が体験する $1100 \sim 700^\circ\text{C}$ の温度領域を通過する時間を200分以下にすることにより、低酸素濃度のシリコン融液であっても、窒素ドーピングをすることにより酸素の析出を促進させて、OSFリング形状の近傍に発生するBMD密度の低濃度域の改善が行えて、BMD密度を面内に均一にでき、イントリンシックゲッタリングによる重金属等の不純物含有量低減効果を改善できる。また、高速での引上げも可能であるので、シリコン単結晶引上げの生産性も向上させることができる。

【0021】

【実施例】試験1： 図1に示すようなシリコン単結晶引上装置を用い、本発明に係わるシリコン単結晶引上げ方法により、育成中の窒素濃度が窒素濃度を $1 \times 10^{15} \sim 1.2 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ 、酸素濃度を $0.7 \times 10^{18} \sim 1.2 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ として、直径8インチのシリコンインゴットを引上げ、BMD密度の不均一の有無を調べた。育成中の結晶が体験する $1100 \sim 700^\circ\text{C}$ の温度領域を通過する時間を変化させるため、表1に示すように引上げ速度を変えた。

【0022】（結果）：試験結果を表1に示す。

【0023】

【表1】

	5	6	
	引上げ速度 (mm/分)	1100~700℃ の通過時間 (分)	BMD密度 不均一の有無
比較例1	1.0	300	有
比較例2	1.2	250	有
比較例3	1.4	215	有
実施例1	1.5	200	無
実施例2	1.7	175	無

【0024】・育成中の結晶が体験する1100~700℃の温度領域を通過する時間が、200分以下で、比較例1~比較例3に比べて高速引上げの実施例1、実施例2は、ともにBMD密度の不均一が存在しないことが確認された。

・これに対して、200分を超え、実施例1、実施例2に比べて低速引上げの比較例1~比較例3では、いずれもBMD密度の不均一が確認された。

【0025】

【発明の効果】本発明に係わるシリコン単結晶インゴットの製造方法によれば、CZ法により窒素をドーピングしたシリコン単結晶インゴットの引上げにおいて、OSFリングに起因するBMD密度のウェーハ面内における不均一性を解消するシリコン単結晶インゴットを製造することができるシリコン単結晶インゴットの製造方法を提供できる。

【0026】すなわち、ポリシリコンに窒素をドーピングしたシリコン融液からチョクラルスキー法を用いて引上げられ、その結晶中の窒素濃度は $1 \times 10^{15} \sim 1.2 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ であり、結晶育成中に結晶が体験する1100~700℃の温度領域の通過時間を200分以下とするシリコン単結晶インゴットの製造方法であるので、OSFリングに起因するBMD密度のウェーハ面内における不均一性を解消することがで

き、イントリンシックゲッターリングによる重金属等の不純物含有量低減効果を改善できる。さらに、高速での引上げも可能であるので、シリコン単結晶引上げの生産性も向上させることができる。

【0027】また、結晶中の酸素濃度は $0.7 \times 10^{18} \sim 1.2 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ であるので、低酸素濃度のシリコン単結晶インゴットが得られるとともに、OSFの形成を抑制できるとともに、OSFリングに起因するBMD密度のウェーハ面内における不均一性を解消することができる。

20 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わるシリコン単結晶インゴットの引上げに用いられる単結晶引上装置の説明図。

【符号の説明】

- 1 シリコン単結晶引上装置
- 2 チャンバ
- 3 石英ガラススリーブ
- 4 ヒータ
- 5 シリコン融液
- 6 シードチャック
- 7 種結晶
- 8 シリコン単結晶インゴット
- N 窒素

【図1】

